



(11) **EP 3 055 515 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.11.2017 Patentblatt 2017/44

(51) Int Cl.:
F01D 21/00^(2006.01) F01D 21/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14766940.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/069069

(22) Anmeldetag: **08.09.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/039909 (26.03.2015 Gazette 2015/12)

(54) **VERFAHREN ZUM PRÜFEN EINER ÜBERDREHZAHLSCHUTZEINRICHTUNG EINER EINWELLENANLAGE**

METHOD FOR TESTING AN OVERSPEED PROTECTION DEVICE OF A SINGLE-SHAFT SYSTEM

PROCÉDÉ POUR VÉRIFIER UN DISPOSITIF DE PROTECTION CONTRE LE SURRÉGIME D'UNE INSTALLATION MONO-ARBRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **17.09.2013 EP 13184821**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.08.2016 Patentblatt 2016/33

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **OPHEY, Martin 47638 Straelen (DE)**

- **ENGLER, Thorsten 47447 Moers (DE)**
- **HAAS, Susanne 45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **PAHL, Andreas 40589 Düsseldorf (DE)**
- **PIECZYK, Marian-Peter 45476 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **STAPPER, Martin 47475 Kamp-Lintfort (DE)**
- **VELTMANN, David 45128 Essen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 372 108 US-A- 5 199 256

EP 3 055 515 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Einwellenanlage. Derartige Verfahren sind beispielsweise aus der US-A-5 199 256 bekannt. Bei einer Einwellenanlage zur Erzeugung von elektrischer Energie sind eine Gasturbine, eine Dampfturbine und ein Generator auf einem gemeinsamen Strang angeordnet. Im Normalbetrieb der Einwellenanlage wird die elektrische Energie in ein elektrisches Netz eingespeist und der Strang rotiert mit einer Drehzahl, die der Nenndrehzahl der Einwellenanlage entspricht, wie beispielsweise 50 Hz oder 60 Hz. Bei einem Störfall, insbesondere bei einem Abfall der an dem Generator angeschlossenen elektrischen Last, kann die Drehzahl auf Werte oberhalb der Nenndrehzahl ansteigen. Wenn die Drehzahl eine kritische Drehzahl erreicht, wird die Einwellenanlage mechanisch und thermisch übermäßig belastet, was in einer Verkürzung der Lebensdauer der Einwellenanlage resultiert.

[0002] Bei Erreichen einer Grenzwertdrehzahl greift eine Überdrehzahlschutzeinrichtung, die ein weiteres Ansteigen der Drehzahl des Strangs unterbindet, wobei die Grenzwertdrehzahl herkömmlich derart gewählt wird, dass sie zwischen der Nenndrehzahl und der kritischen Drehzahl liegt. Herkömmlich wird die Überdrehzahlschutzeinrichtung überprüft, indem die Einwellenanlage in einem Testbetrieb betrieben wird, bei dem die Grenzwertdrehzahl gegenüber der Grenzwertdrehzahl im Normalbetrieb abgesenkt wird, um dadurch während des Testbetriebs eine übermäßige Belastung der Einwellenanlage zu vermeiden.

[0003] Wünschenswert wäre es jedoch im Testbetrieb die gleiche Grenzwertdrehzahl wie im Normalbetrieb zu verwenden. Ein solcher Test ist zudem in einigen Ländern, wie beispielsweise in Südkorea, zwingend vorgeschrieben.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Einwellenanlage zu schaffen, wobei das Verfahren nicht zu einer übermäßigen Belastung der Einwellenanlage führt.

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Gasturbine und einer Dampfturbine aufweisenden Einwellenanlage weist folgende Schritte auf: a) Bereitstellen einer ersten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Dampfturbine, wobei die erste Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Welle der Einwellenanlage angebrachte Markierung und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine Markierung detektierbar ist, wenn die Markierung an der Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird; b) Erhöhen der Anzahl der Markierungen der ersten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mittels der ersten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird; c) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine eingeleiteten Brennstoffs derart, dass

die gemessene Drehzahl der Dampfturbine eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Dampfturbine die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Dadurch, dass die tatsächliche Drehzahl der Dampfturbine niedriger als deren gemessene Drehzahl ist, kann während des Prüfens der Überdrehzahlschutzeinrichtung das Erreichen einer kritischen Drehzahl vorteilhaft vermieden werden, wodurch eine übermäßige Belastung der Einwellenanlage unterbunden wird. Das Erreichen der kritischen Drehzahl kann vorteilhaft selbst dann vermieden werden, wenn während des Prüfens für die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl die gleiche Dampfturbinengrenzwertdrehzahl wie im Normalbetrieb der Einwellenanlage eingesetzt wird. Zudem ist das Verfahren einfach durchführbar, weil ausgehend vom Normalbetrieb für das Prüfen der Überdrehzahlschutzeinrichtung außer dem Erhöhen der Anzahl der Markierungen keine weiteren Änderungen an der Einwellenanlage vorgenommen werden müssen.

[0006] Bevorzugt weist das Verfahren die Schritte auf: e) Kuppeln der Dampfturbine mit der Gasturbine derart, dass die tatsächliche Drehzahl der Dampfturbine der tatsächlichen Drehzahl der Gasturbine entspricht; f) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gasturbine eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; g) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Damit können vorteilhaft der erste Überdrehzahlschutz und der zweite Überdrehzahlschutz nacheinander überprüft werden.

[0007] Alternativ bevorzugt weist das Verfahren die Schritte auf: a1) Bereitstellen einer zweiten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Gasturbine, wobei die zweite Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Welle der Einwellenanlage angebrachte Markierung und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine Markierung detektierbar ist, wenn die Markierung an der Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird; b1) Erhöhen der Anzahl der Markierungen der zweiten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mittels der zweiten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird; e) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gasturbine eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter

Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine die Gasturbinegrenzwertdrehzahl erreicht; f) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Dadurch, dass die tatsächliche Drehzahl der Gasturbine niedriger als deren gemessene Drehzahl ist, kann ein Erreichen einer kritischen Drehzahl der Gasturbine vorteilhaft vermieden werden. Indem zwei verschiedene Drehzahlmesseinrichtungen zum Messen der Drehzahlen der Dampfturbine und der Gasturbine vorgesehen sind, können der erste und der zweite Überdrehzahlschutz unabhängig davon geprüft werden, ob die Dampfturbine mit der Gasturbine gekuppelt ist oder nicht. Durch die höhere Gasturbinegrenzwertdrehzahl im Vergleich mit der Dampfturbinegrenzwertdrehzahl können der erste und der zweite Überdrehzahlschutz nacheinander und damit unabhängig voneinander geprüft werden.

[0008] Es ist bevorzugt, dass die Dampfturbine mittels einer Kupplung an die Einwellenanlage gekuppelt ist, wobei die Kupplung einkuppelt, sobald die Dampfturbine die Gasturbine überholen würde, und auskuppelt, wenn die Drehzahl der Dampfturbine kleiner als die der Gasturbine ist, wobei Schritt c) derart durchgeführt wird, dass die Dampfturbine schneller als die Gasturbine beschleunigt wird, wodurch die Kupplung eingekuppelt bleibt. Die Gasturbine und die Dampfturbine rotieren somit mit der gleichen Drehzahl, während die Dampfturbine auf ihren Dampfturbinegrenzwert beschleunigt, und es ist somit vorteilhaft sichergestellt, dass dabei die Drehzahl der Gasturbine eine kritische Drehzahl nicht erreicht.

[0009] Bevorzugt weist das Verfahren den Schritt auf: d1) Unterbrechen des Massenstroms des in die Dampfturbine eingeleiteten Dampfs in dem Fall, dass der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Alternativ ist auch denkbar, den Massenstrom des Dampfs lediglich abzusenken, um damit die Drehzahl der Dampfturbine unterhalb einer kritischen Drehzahl zu halten. Das Unterbrechen oder Absenken des Massenstroms des Dampfs wird dazu führen, dass die Kupplung auskuppelt und die Gasturbine somit unabhängig von der Dampfturbine rotiert. Beim Prüfen des zweiten Überdrehzahlschutzes wird somit lediglich die Gasturbine beschleunigt, wodurch die Belastung der Dampfturbine gering ist.

[0010] Bevorzugtermaßen weist die Einwellenanlage einen Generator auf, an dem keine elektrische Last angeschlossen ist. Dadurch ist die mechanische und thermische Belastung der Einwellenanlage während des Prüfens der Überdrehzahlschutzeinrichtung gering. Zudem können dadurch kritische Drehzahlen vermieden werden, weil auch ein Abwerfen der Last nicht erfolgen kann, was in einem starken Ansteigen der Drehzahl der Einwellenanlage resultieren würde.

[0011] Das Verfahren weist bevorzugt den Schritt auf: h) Entfernen der in Schritten b) und/oder b1) hinzugefügten Markierungen. Sollte dieser Schritt vergessen werden, bevor die Einwellenanlage nach dem Prüfen der Überdrehzahlschutzeinrichtung wieder im Normalbetrieb betrieben wird, so stellt dies kein Sicherheitsrisiko

dar, weil die tatsächliche Drehzahl der Einwellenanlage eine kritische Drehzahl nicht erreichen kann.

[0012] Im Folgenden wird anhand der beigefügten schematischen Zeichnung das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Die Figur zeigt eine schematische Ansicht einer Einwellenanlage.

[0013] Wie es aus der Figur ersichtlich ist, weist eine Einwellenanlage 1 eine Gasturbine 2, eine Dampfturbine 3 und einen elektrischen Generator 4 auf. Die Gasturbine 2 und die Dampfturbine 3 dienen zur Erzeugung von Rotationsenergie, wobei die Rotationsenergie in dem Generator 4 in elektrische Energie umgewandelt wird. Der Generator 4 ist zwischen der Gasturbine 2 und der Dampfturbine 3 angeordnet. Die Gasturbine 2 weist eine Gasturbinenwelle 5 und die Dampfturbine 3 weist eine Dampfturbinenwelle 6 auf. In der Figur ist dargestellt, dass der Generator 4 und die Gasturbine 2 zusammen auf der Dampfturbinenwelle 5 angeordnet sind. Es ist jedoch ebenfalls denkbar, dass für den Generator 4 eine separate Generatorwelle vorgesehen wird, die mittels einer Kupplung an die Gasturbinenwelle 5 gekuppelt ist.

[0014] In der Figur ist dargestellt, dass ein elektrischer Verbraucher 10 mittels eines Schalters 9 an einen elektrischen Anschluss 8 des Generators 4 angeschlossen ist. Vor dem Anfahren der Einwellenanlage wird zum Prüfen der Überdrehzahlschutzeinrichtung der Schalter 9 geöffnet, so dass keine elektrische Last auf den Generator 4 wirkt.

[0015] Die Dampfturbinenwelle 6 ist mittels einer Kupplung 7 mit der Gasturbinenwelle 5 verbunden. Die Kupplung 7 ist derart eingerichtet, dass sie einkuppelt, wenn die Dampfturbine 3 die Gasturbine 2 überholt, was bedeutet, dass die Drehzahl der Dampfturbine 3 höher als die Drehzahl der Gasturbine 2 ist. Sobald die Kupplung 7 eingekuppelt ist, rotieren die Gasturbine 2 und die Dampfturbine 3 mit der gleichen Drehzahl. Die Kupplung 7 ist weiterhin eingerichtet, dass sie auskuppelt, wenn die Dampfturbine 3 langsamer als die Gasturbine 2 dreht. Die Kupplung 7 kann beispielsweise eine SSS-Kupplung sein.

[0016] Beim Anfahren der einen Einwellenanlage 1 wird zunächst die Gasturbine 2 beschleunigt, wobei die Kupplung 7 ausgekuppelt ist. Die Abwärme der Gasturbine 2 wird benutzt, um die Dampfturbine 3 anzutreiben. Sobald die Dampfturbine 3 ebenfalls beschleunigt ist, kuppelt die Kupplung 7 ein.

[0017] Die Einwellenanlage weist eine erste Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Dampfturbine 3 auf. Die erste Drehzahlmesseinrichtung weist mindestens eine an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachte Markierung und eine ortsfeste erste Abtastvorrichtung auf, mittels der die an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachte Markierung detektierbar ist, wenn die Markierung an der ersten Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird. Indem nun mittels der ersten Abtastvorrichtung in einem vorgegeben Zeitintervall gemessen wird, wie oft die mindestens eine an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachte Markierung an der Abtastvorrichtung vorbei be-

wegt wird, kann bei Kenntnis der Anzahl der an der an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachten Markierungen die Drehzahl der Dampfturbinenwelle bestimmt werden.

[0018] Die an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachten Markierungen sind derart eingerichtet, dass deren Anzahl ohne weiteres erhöhbar oder erniedrigbar ist. Wird nun die Anzahl der an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachten Markierungen erhöht, jedoch beim Bestimmen der Drehzahl angenommen, dass die Anzahl der an die Dampfturbinenwelle 6 angebrachten Markierungen gleich geblieben ist, so ist die mittels der ersten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl größer als die tatsächliche Drehzahl.

[0019] Die Dampfturbinenwelle 6 kann beispielsweise ein Nutrad aufweisen und die Zähne oder die Nuten des Nutrads können die Markierungen sein.

[0020] Beispielsweise kann die Dampfturbinenwelle 6 zehn Streifen aufweisen. In dem Verfahren zum Prüfen der Überdrehzahleinrichtung werden zwei weitere Streifen hinzugefügt, beim Bestimmen der Drehzahl wird jedoch angenommen, dass lediglich zehn Streifen vorliegen. Misst nun die erste Abtastvorrichtung, dass 600 Streifen pro Sekunde an ihr vorbei bewegt werden, so ergibt sich eine gemessene Drehzahl von 60 Umdrehungen/s (60 Hz), wobei die tatsächliche Drehzahl 50 Umdrehungen/s (50 Hz) beträgt.

[0021] In einer Ausführungsform weist die Einwellenanlage eine zweite Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Gasturbine 3 auf. Die zweite Drehzahlmesseinrichtung weist mindestens eine an der Gasturbinenwelle 5 angebrachte Markierung und eine ortsfeste zweite Abtastvorrichtung auf, mittels der die an der Gasturbinenwelle 5 angebrachte Markierung detektierbar ist, wenn sie an der zweiten Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird. Darüber hinaus ist die zweite Drehzahlmesseinrichtung analog zu der ersten Drehzahlmesseinrichtung eingerichtet.

[0022] Um ein Ansteigen der Drehzahl der Einwellenanlage 1 auf einen kritischen Wert zu vermeiden, weist die Einwellenanlage 1 eine Überdrehzahlschutzeinrichtung auf. Die Überdrehzahlschutzeinrichtung ist dabei derart eingerichtet, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der Dampfturbine 3 eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, und ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der Gasturbine 2 eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht. Bei einem Auslösen des ersten Überdrehzahlschutzes kann beispielsweise der Massenstrom des Dampfs unterbrochen werden. Bei einem Auslösen des zweiten Überdrehzahlschutzes kann der Massenstrom des Brennstoffs unterbrochen werden.

[0023] Anhand von zwei Beispielen wird im Folgenden das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

[0024] In einem ersten Beispiel wird das Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Gasturbine 2, eine Dampfturbine 3 und einen Generator 4, an dem keine elektrische Last angeschlossen ist, aufweisenden Einwellenanlage 1 mit den folgenden

Schritten durchgeführt: a) Bereitstellen einer ersten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Dampfturbine 3, wobei die erste Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Welle 6 der Einwellenanlage 1 angebrachte Markierung in Form von Zähnen eines Nutrads der Welle 6 und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der der mindestens eine Zahn detektierbar ist, wenn der Zahn an der Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird; a1) Kuppeln der Dampfturbine 3 mit der Gasturbine 2 derart, dass die tatsächliche Drehzahl der Dampfturbine 3 der tatsächlichen Drehzahl der Gasturbine 2 entspricht; b) Erhöhen der Anzahl der Zähne der ersten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mittels der ersten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird; c) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine 3 eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Dampfturbine 3 eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Dampfturbine 3 die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird; f) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine 3 eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gasturbine 2 eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine 2 die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; g) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.

[0025] In einem zweiten Beispiel wird das Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Gasturbine 2, eine Dampfturbine 3 und einen Generator 4, an dem keine elektrische Last angeschlossen ist, aufweisenden Einwellenanlage 1, wobei die die Dampfturbinenwelle 6 mittels einer Kupplung 7 an die Gasturbinenwelle gekuppelt ist, wobei die Kupplung 7 einkuppelt, sobald die Dampfturbine 3 die Gasturbine überholt 2, und auskuppelt, wenn die Drehzahl der Dampfturbine 3 kleiner als die der Gasturbine 2 ist, mit den folgenden Schritten durchgeführt: a) Bereitstellen einer ersten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Dampfturbine 3, wobei die erste Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Dampfturbinenwelle 6 der Einwellenanlage 1 angebrachte Markierung und eine ortsfeste erste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine Markierung detektierbar ist, wenn die an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachte Markierung an der ersten Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird; a1) Bereitstellen einer zweiten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Gasturbine 2, wobei die zweite Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Gasturbinenwelle 5 der Einwellenanlage 1

angebrachte Markierung und eine ortsfeste zweite Ab-
 tastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine
 Markierung detektierbar ist, wenn die an der Gasturbi-
 nenwelle 5 angebrachte Markierung an der zweiten Ab-
 tastvorrichtung vorbei bewegt wird; b) Erhöhen der An-
 zahl der Markierungen der ersten Drehzahlmesseinrich-
 tung, wodurch die mittels der ersten Drehzahlmessein-
 richtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche
 Drehzahl wird; b1) Erhöhen der Anzahl der Markierungen
 der zweiten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mit-
 tels der zweiten Drehzahlmesseinrichtung gemessene
 Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird, wobei
 die erste Drehzahlmesseinrichtung und die zweite Dreh-
 zahlmesseinrichtung jeweils die gleiche Anzahl an Mar-
 kierungen sowohl vor als nach dem Erhöhen der jewei-
 ligen Anzahl aufweisen; c) Erhöhen des Massenstroms
 des in die Dampfturbine 3 eingeleiteten Dampfs und/oder
 des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brennstoffs derart,
 dass die gemessene Drehzahl der Dampfturbine 3 eine
 Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die
 Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist,
 dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, so-
 bald die gemessene Drehzahl der Dampfturbine 3 die
 Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei das
 Erhöhen der Massenströme derart durchgeführt wird,
 dass die Dampfturbine 3 schneller als die Gasturbine 2
 beschleunigt wird, wodurch die Kupplung 7 eingekuppelt
 bleibt; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz aus-
 gelöst wird; d1) Unterbrechen des Massenstroms des in
 die Dampfturbine 3 eingeleiteten Dampfs in dem Fall,
 dass der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, wo-
 durch die Kupplung 7 auskuppelt; e) Erhöhen des Mas-
 senstroms des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brenn-
 stoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gastur-
 bine 2 eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die
 höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wo-
 bei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerich-
 tet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst
 wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine 2
 die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; f) Prüfen, ob
 der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.

[0026] Bei beiden Ausführungsbeispielen kann die
 Dampfturbinengrenzwertdrehzahl 106% bis 108% der
 Nenn Drehzahl betragen und die Gasturbinengrenzwert-
 drehzahl 0,1% bis 0,5% größer als die Dampfturbinen-
 grenzwertdrehzahl sein.

[0027] Obwohl die Erfindung im Detail durch die be-
 vorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und be-
 schrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die of-
 fenbaren Beispiele eingeschränkt und andere Variationen
 können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden,
 ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen, wie
 er durch die angehängten Patentansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutz-

einrichtung einer eine Gasturbine (2) und eine
 Dampfturbine (3) aufweisenden Einwellenanlage (1)
 mit den Schritten:

- a) Bereitstellen einer ersten Drehzahlmessein-
 richtung zum Messen der Drehzahl der Dampf-
 turbine (3), wobei die erste Drehzahlmessein-
 richtung mindestens eine an der Welle (6) der
 Einwellenanlage (1) angebrachte Markierung
 und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist,
 mittels der die mindestens eine Markierung de-
 tetkierbar ist, wenn die Markierung an der Ab-
 tastvorrichtung vorbei bewegt wird;
- b) Erhöhen der Anzahl der Markierungen der
 ersten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die
 mittels der ersten Drehzahlmesseinrichtung ge-
 messene Drehzahl höher als die tatsächliche
 Drehzahl wird;
- c) Erhöhen des Massenstroms des in die
 Dampfturbine (3) eingeleiteten Dampfs
 und/oder des in die Gasturbine (2) eingeleiteten
 Brennstoffs derart, dass die gemessene Dreh-
 zahl der Dampfturbine (3) eine Dampfturbinen-
 grenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Über-
 drehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet
 ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausge-
 löst wird, sobald die gemessene Drehzahl der
 Dampfturbine (3) die Dampfturbinengrenzwert-
 drehzahl erreicht;
- d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz aus-
 gelöst wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1 mit den Schritten:

- e) Kuppeln der Dampfturbine (3) mit der Gas-
 turbine (2) derart, dass die tatsächliche Dreh-
 zahl der Dampfturbine (3) der tatsächlichen
 Drehzahl der Gasturbine (2) entspricht;
- f) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampf-
 turbine (3) eingeleiteten Dampfs und/oder des
 in die Gasturbine (2) eingeleiteten Brennstoffs
 derart, dass die gemessene Drehzahl der Gas-
 turbine (2) eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl
 erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwert-
 drehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschut-
 zeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein
 zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, so-
 bald die gemessene Drehzahl der Gasturbine
 (2) die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht;
- g) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz
 ausgelöst wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 mit den Schritten:

- a1) Bereitstellen einer zweiten Drehzahlmess-
 einrichtung zum Messen der Drehzahl der Gas-
 turbine (2), wobei die zweite Drehzahlmessein-
 richtung mindestens eine an der Welle (5) der

- Einwellenanlage (1) angebrachte Markierung und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine Markierung detektierbar ist, wenn die Markierung an der Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird;
- b1) Erhöhen der Anzahl der Markierungen der zweiten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mittels der zweiten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird;
- e) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine (3) eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine (2) eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gasturbine (2) eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine (2) die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht;
- f) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, wobei die Dampfturbine (3) mittels einer Kupplung (7) an die Einwellenanlage (1) gekuppelt ist, wobei die Kupplung (7) einkuppelt, sobald die Dampfturbine (3) die Gasturbine überholt (2), und auskuppelt, wenn die Drehzahl der Dampfturbine (3) kleiner als die der Gasturbine (2) ist, wobei Schritt c) derart durchgeführt wird, dass die Dampfturbine (3) schneller als die Gasturbine (2) beschleunigt wird, wodurch die Kupplung (7) eingekuppelt bleibt.
5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, mit dem Schritt:
- d1) Unterbrechen des Massenstroms des in die Dampfturbine (3) eingeleiteten Dampfs in dem Fall, dass der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.
6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Einwellenanlage (1) einen Generator (4) aufweist, an dem keine elektrische Last angeschlossen ist.
7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, mit dem Schritt:
- h) Entfernen der in Schritten b) und/oder b1) hinzugefügten Markierungen.

Claims

1. Method for testing an overspeed protection device of a single-shaft system (1) having a gas turbine (2) and a steam turbine (3), involving the steps of:
- a) providing a first rotational speed measuring device for measuring the speed of the steam turbine (3), wherein the first rotational speed measuring device has at least one marking applied to the shaft (6) of the single-shaft system (1) and a stationary sensor device for detecting the at least one marking when the marking moves past the sensor device;
- b) increasing the number of markings of the first rotational speed measuring device, as a result of which the speed measured by the first rotational speed measuring device is higher than the actual speed;
- c) raising the mass flow of the steam fed into the steam turbine (3), and/or of the fuel fed into the gas turbine (2), such that the measured speed of the steam turbine (3) reaches a steam turbine limit speed, wherein the overspeed protection device is set up such that a first overspeed protection is triggered as soon as the measured speed of the steam turbine (3) reaches the steam turbine limit speed;
- d) checking whether the first overspeed protection is triggered.
2. Method according to Claim 1, involving the steps of:
- e) coupling the steam turbine (3) to the gas turbine (2) such that the actual speed of the steam turbine (3) corresponds to the actual speed of the gas turbine (2);
- f) raising the mass flow of the steam fed into the steam turbine (3), and/or of the fuel fed into the gas turbine (2), such that the measured speed of the gas turbine (2) reaches a gas turbine limit speed that is higher than the steam turbine limit speed, wherein the overspeed protection device is set up such that a second overspeed protection is triggered as soon as the measured speed of the gas turbine (2) reaches the gas turbine limit speed;
- g) checking whether the second overspeed protection is triggered.
3. Method according to Claim 1, involving the steps of:
- a1) providing a second rotational speed measuring device for measuring the speed of the gas turbine (2), wherein the second rotational speed measuring device has at least one marking applied to the shaft (5) of the single-shaft system (1) and a stationary sensor device for detecting

the at least one marking when the marking moves past the sensor device;

b1) increasing the number of markings of the second rotational speed measuring device, as a result of which the speed measured by the second rotational speed measuring device is higher than the actual speed;

e) raising the mass flow of the steam fed into the steam turbine (3), and/or of the fuel fed into the gas turbine (2), such that the measured speed of the gas turbine (2) reaches a gas turbine limit speed that is higher than the steam turbine limit speed, wherein the overspeed protection device is set up such that a second overspeed protection is triggered as soon as the measured speed of the gas turbine (2) reaches the gas turbine limit speed;

f) checking whether the second overspeed protection is triggered.

4. Method according to Claim 3, wherein the steam turbine (3) is coupled to the single-shaft system (1) by means of a clutch (7), wherein the clutch (7) engages as soon as the steam turbine (3) overtakes the gas turbine (2), and disengages when the speed of the steam turbine (3) is below that of the gas turbine (2), wherein step c) is carried out such that the steam turbine (3) is accelerated faster than the gas turbine (2), as a result of which the clutch (7) remains engaged.

5. Method according to one of Claims 1 to 4, involving the step of:

d1) interrupting the mass flow of the steam fed into the steam turbine (3) in the event of the first overspeed protection being triggered.

6. Method according to one of Claims 1 to 5, wherein the single-shaft system (1) has a generator (4) to which no electrical load is connected.

7. Method according to one of Claims 1 to 6, involving the step of:

h) removing the markings added in steps b) and/or b1).

Revendications

1. Procédé de contrôle d'un dispositif de protection vis-à-vis d'un surrégime d'une installation (1) mono-arbre ayant une turbine (2) à gaz et une turbine (3) à vapeur, comprenant les stades :

a) on se procure un premier dispositif de mesure

du régime pour mesurer le régime de la turbine (3) à vapeur, le premier dispositif de mesure du régime ayant au moins un repérage mis sur l'arbre (6) de l'installation (1) mono-arbre et un dispositif de détection à poste fixe, au moyen duquel le au moins un repérage peut être détecté lorsque le repérage passe devant le dispositif de détection ;

b) on augmente le nombre des repérages du premier dispositif de mesure du régime, grâce à quoi le régime mesuré au moyen du premier dispositif de mesure du régime est plus grand que le régime réel ;

c) on augmente le courant massique de la vapeur introduite dans la turbine (3) à vapeur et/ou du combustible introduit dans la turbine (2) à gaz, de manière à ce que le régime mesuré de la turbine (3) à vapeur atteigne un régime de valeur limite de turbine à vapeur, le dispositif de protection vis-à-vis du surrégime étant conçu de manière à déclencher une première protection vis-à-vis du surrégime, dès que le régime mesuré de la turbine (3) à vapeur atteint le régime de valeur limite de la turbine à vapeur ;

d) on contrôle si la première protection vis-à-vis du surrégime est déclenchée.

2. Procédé suivant la revendication 1, comprenant les stades :

e) on couple la turbine (3) à vapeur à la turbine (2) à gaz, de manière à ce que le régime réel de la turbine (3) à vapeur corresponde au régime réel de la turbine (2) à gaz ;

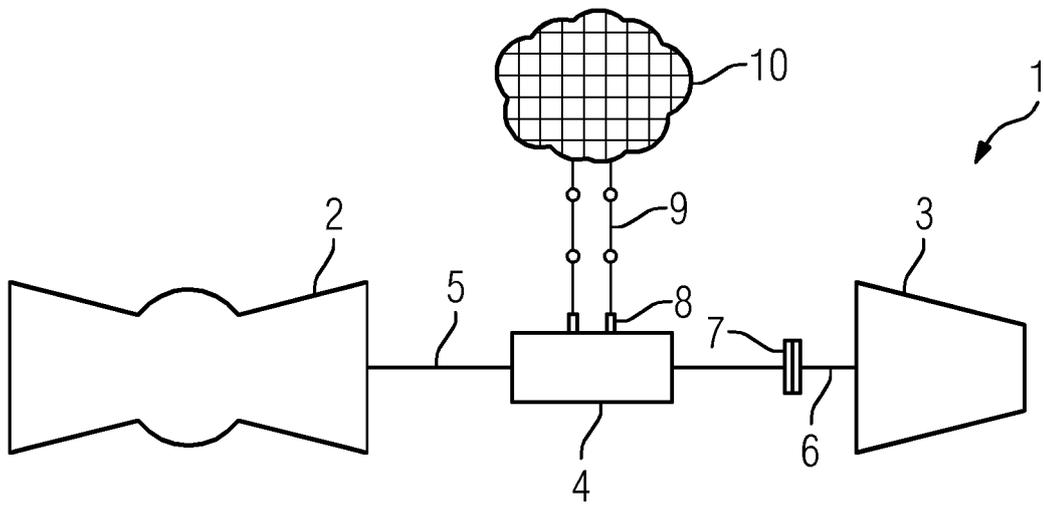
f) on augmente le courant massique de la vapeur introduite dans la turbine (3) à vapeur et/ou du combustible introduit dans la turbine (2) à gaz, de manière à ce que le régime mesuré de la turbine (2) à gaz atteigne un régime de valeur limite de turbine à gaz, qui est plus grand que le régime de valeur limite de la turbine à vapeur, le dispositif de protection vis-à-vis d'un surrégime étant conçu pour déclencher une deuxième protection vis-à-vis du surrégime, dès que le régime mesuré de la turbine (2) à gaz atteint le régime de valeur limite de la turbine à gaz ;

g) on contrôle si la deuxième protection vis-à-vis d'un surrégime est déclenchée.

3. Procédé suivant la revendication 1, comprenant les stades:

a1) on se procure un deuxième dispositif de mesure du régime pour mesurer le régime de la turbine (2) à gaz, le deuxième dispositif de mesure du régime ayant au moins un repérage mis sur l'arbre (5) de l'installation (1) mono-arbre et un dispositif de détection à poste fixe au moyen

- duquel le au moins un repérage peut être détecté lorsque le repérage passe devant le dispositif (1) de détection ;
- b1) on augmente le nombre des repérages du deuxième dispositif de mesure du régime, grâce à quoi le régime mesuré au moyen du deuxième dispositif de mesure du régime est plus grand que le régime réel ; 5
- e) on augmente le courant massique de la vapeur introduite dans la turbine (3) à vapeur et/ou du combustible introduit dans la turbine (2) à gaz, de manière à ce que le régime mesuré de la turbine (2) à gaz atteigne un régime de valeur limite de turbine à gaz, qui est plus grand que le régime de valeur limite de la turbine à vapeur, le dispositif de protection vis-à-vis d'un surrégime étant conçu pour déclencher une deuxième protection vis-à-vis d'un surrégime, dès que le régime mesuré de la turbine (2) à gaz atteint le régime de valeur limite de la turbine à gaz ; 10 15 20
- f) on contrôle si la deuxième protection vis-à-vis d'un surrégime est déclenchée.
4. Procédé suivant la revendication 3, dans lequel la turbine (3) à vapeur est couplée à l'installation (1) mono-arbre au moyen d'un accouplement (7), dans lequel l'accouplement (7) est accouplé, dès que la turbine (3) à vapeur dépasse de la turbine à gaz et est découplé si le régime de la turbine (3) à vapeur est plus petit que celui de la turbine (2) à gaz, dans lequel on effectue le stade c), de manière à accélérer plus vite la turbine (3) à vapeur que la turbine (2) à gaz, de sorte que l'accouplement (7) reste accouplé. 25 30 35
5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, comprenant les stades :
- d1) interruption du courant massique de la vapeur introduite dans la turbine (3) à vapeur, dans le cas où la première protection vis-à-vis d'un surrégime est déclenchée. 40
6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, dans lequel l'installation (1) mono-arbre a une génératrice (4) à laquelle une charge électrique n'est pas raccordée. 45
7. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6, comprenant le stade :
- h) on élimine les repérages ajoutés au stade b) et/ou b1). 50 55



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5199256 A [0001]